

“隶黑体” 屏幕端老年人易读性汉字字体设计研究

谢名言

(绵阳师范学院, 四川 绵阳 621000)

摘要: **目的** 建立屏幕端老年人易读性汉字字体设计原则和策略, 并设计出符合老年人视觉特性的屏显汉字。**方法** 通过组间实验分析老年人视知觉与汉字字体的笔形、中宫、布白、重心之间的关联性, 基于此, 对屏显汉字进行适老化设计实践, 并验证设计的合理性。**结果** 构建了屏幕端老年人易读性汉字字体设计的原则和策略, 有效地提高了老年人阅读屏幕端汉字的易读性, 研究结果为老年人阅读屏幕端汉字字体设计提供了理论和方法。**结论** 老年人阅读屏显汉字是一个注意、记忆、区辨等复杂的过程, 依据视知觉理论、问卷、实验, 并控制汉字字体结体的关键因素, 提出一套可行、可操作的汉字适老化设计方法。即汉字的笔形应采用无装饰衬线和放大汉字的中宫, 并做到字体的黑白关系均匀和字重布置适宜。

关键词: 屏幕; 老年人; 汉字字体设计; 易读性

中图分类号: TB472 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)24-0388-10

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.24.041

Font Design of "Li Hei" Screen Terminal Readable Chinese Characters for the Elderly

XIE Ming-yan

(Mianyang Normal University, Sichuan Mianyang 621000, China)

ABSTRACT: The work aims to establish the principles and strategies of font design of screen readable Chinese characters for the elderly, and to design screen displayed Chinese characters that meet the visual characteristics of the elderly. Through inter group experiments, the correlation between visual perception of the elderly and the stroke shape, central position, proportioned layout and barycenter of Chinese fonts was analyzed. Based on this, elderly-oriented design practices were conducted for screen displayed Chinese characters, and the rationality of the design was verified. The principles and strategies of font design of Chinese characters on screen for the elderly were constructed, and the readability of Chinese characters on screen for the elderly was effectively improved. The research results provided a theory and method for font design of Chinese characters on screen for the elderly. Reading Chinese characters on screen for the elderly is a complex process of attention, memory, and discrimination. Based on visual perception theory, questionnaires, experiments, and controlling the key factors of Chinese character font structure, a feasible and operable design method for Chinese character aging adaptation is proposed. The pen shape of Chinese characters should adopt a non decorative serif and an enlarged central position of Chinese characters, and ensure that the black and white relationship of the font and the layout of the font are appropriate.

KEY WORDS: screen; the elderly; Chinese character font design; readability

2020 年中国发展研究基金会在《中国发展报告 2020: 中国人口老龄化的发展趋势和政策》报告测算 2020 年中国 65 岁以上的老年人约有 1.8 亿, 约占总人口的 13%^[1], 民政部预测“十四五”期间我国老年

人口将突破 3 亿, 将从轻度老龄化迈入中度老龄化。在数字信息时代, 主要阅读方式已从传统的纸面阅读转向数字化阅读, 但是目前屏幕端设备显示的汉字更加偏向于年轻人的认知和体验。老年人随着年龄增

长,视觉系统出现生理性老化,导致视力衰退,在分辨形状、大小、颜色等要素准确性降低。如果在屏显汉字设计过程中缺乏对老年群体的考虑,无形中会增加老年人获取信息的负担,降低老年人阅读屏幕的舒适度。所以针对目前老年人难以清晰阅读屏显汉字的问题,对屏幕端显示的汉字进行适老化设计研究,以此来提升老年人阅读屏幕端汉字的体验。

1 老年人视知觉特点分析

1.1 老年人视知觉特点之注意

视物模糊。老花眼又称为老视,是由于老年人眼睛屈光度调节能力减退、眼球晶状体逐渐硬化增厚、眼部肌肉的调节能力减弱,导致变焦能力降低。当识别近距离物体时,视网膜无法完全聚焦而视显模糊,适当的远距离识别而相对清楚,所以老年人为了能获得相对清晰的信息会将手机、平板拿得较远阅读。

视物疲劳。由于眼睛调节能力的减弱,老年人阅读手机、平板时要在接近眼睛调节的极限下运作,故难以持久。在眼睛过度调节过程中由于视物疲劳,会产生身体机能的不舒适,所以老年人阅读容易字体串行、字符重影而无法阅读。

视域变窄。老年人视网膜周围变薄、晶状体折光能力减弱、色素沉淀、眼部肌肉衰退等原因造成眼睛对周围处理能力减弱,视野范围缩小,无法关注到物体的整体形态。导致老年人难以集中注意在目标对象上。并且与年轻人相较,老年人视觉注意更容易受到干扰,注意力的转换反应时间也更长^[2]。

1.2 老年人视知觉特点之记忆

记忆力衰退。由于记忆是老年人对外界信息编码、存储、提取的重要能力,老年人的记忆编码存储能力的衰减直接降低了老年人的工作记忆能力,诸多的繁杂信息会与目标信息交织纠缠,这就导致了记忆干扰,使老年人记忆负担,表现出记忆出错和记不住^[3]。

长时记忆好,解码能力差。老年人对外界知识经验的长时间累积,有助于在累积的知识经验基础上作出识别,其长时记忆与年轻人并无多大的差别,但老年人在从过往知识经验中提取目标信息时,解码能力变差,需要花更多的解码时间来提取信息^[4]。

1.3 老年人视知觉特点之区辨

辨形衰退。老年人对物体的形状大小由于加工处理识别编码的能力衰退会出现偏差,且对物体的细节识别也会出现漏视,如辨别两个双胞胎,两者长相大致相同,只能从衣服样式、胖瘦、高矮来区分,而老年人由于辨形能力的下降,区分两者之间的差别较于年轻人更显困难^[5]。

2 屏幕端汉字字体对老年人的影响研究

2.1 老年人阅读屏幕端汉字字体偏好调研

随着老年人身体机能的衰退,视知觉外界信息过程中的注意、记忆、区辨相较于年轻人有显著的差别。对现有应用于屏幕端的汉字字体梳理并提炼出字体样本,将不同的字体样本通过 E-Prime 与问卷调研相结合的方式了解老年人阅读汉字的偏好,以得到一个客观、真实的数据及结论。目标用户为 60~69 岁,这个年龄阶段由于视知觉能力出现衰退,阅读屏幕端字体获取信息困难,但是又对手机、平板中的各类短视频软件、聊天软件等新兴事物产生了浓厚兴趣。被试者人数为 37 名,其中男性被试 19 名,女性被试 18 名, M 值为 63.7 岁, SD 值为 3.12。主观体验指标指考察不同字体类型条件下老年人所阅读汉字的主观体验,借鉴参照了前人的实验^[6],老年人易读性汉字的主观体验包含老年人的阅读舒适度、阅读方便性、阅读疲劳感、阅读总体验四个方面,记录时采用里克特 5 级标准积分。

2.2 汉字衬线实验组

表 1 分析发现,汉字衬线的主效应显著, $F(5, 180) = 51.703, P < 0.001, \eta^2 = 0.590$, 微软雅黑的评分最高,魏碑评分最低。

表 1 老年参与者对衬线的易读性评分平均值及标准差
Tab.1 Average and standard deviation of serif legibility scores of elderly participants

字体类型	易读性
屏显雅宋	3.527 (0.403)
聚珍新仿简体	3.398 (0.483)
宋刻本秀楷简体	3.452 (0.704)
圆体	3.689 (0.836)
魏碑	2.101 (0.515)
微软雅黑	3.837 (0.654)

表 2 分析发现,阅读舒适度主效应显著, $F(5, 180) = 22.136, P < 0.001, \eta^2 = 0.381$, 微软雅黑舒适度最高。阅读疲劳感主效应显著, $F(3.913, 140.860) = 35.136, P < 0.001, \eta^2 = 0.494$, 微软雅黑最不易疲劳。

表 3 分析发现, $F(2.728, 98.207) = 1.870, P = 0.145, \eta^2 = 0.049$, 阅读时长不显著。

2.3 汉字中宫实验组

表 4 分析发现,汉字中宫大小主效应显著, $F(3.950, 142.191) = 49.860, P < 0.001, \eta^2 = 0.581$, 微软雅黑的评分最高,楷体的评分最低。

表 5 分析发现,舒适度主效应显著, $F(6, 216) = 21.226, p < 0.001, \eta^2 = 0.371$, 微软雅黑的舒适度评

表 2 老年参与者对衬线的舒适度、方便性、
疲劳感评分平均值及标准差
Tab.2 Average and standard deviation of scores of
comfort, convenience and fatigue of elderly
participants on the serif

字体类型	舒适度	方便性	疲劳感
屏显雅宋	3.027(0.763)	3.864 (0.630)	3.783(0.672)
聚珍新仿简体	3.540(0.730)	3.270 (0.732)	3.216(0.712)
宋刻本秀楷简体	3.432(0.834)	3.216 (0.750)	3.594(0.831)
圆体	3.432(0.929)	3.756 (0.954)	3.702(0.908)
魏碑	2.324(0.783)	1.783 (0.672)	2.000(0.912)
微软雅黑	3.945(0.704)	3.837 (0.727)	3.810(0.739)

表 3 老年参与者对衬线的阅读时长平均值及标准差
Tab.3 Average reading duration and standard deviation
of serif for elderly participants

字体类型	时长 (均值, 单位/mins)
屏显雅宋	28 878.756 (16 140.153)
聚珍新仿简体	30 119.810 (18 646.897)
宋刻本秀楷简体	31 735.081 (19 015.529)
圆体	29 258.243 (13 844.384)
魏碑	32 282.027 (20 831.644)
微软雅黑	24 736.918 (12 351.273)

表 4 老年参与者对中宫的易读性平均值及标准差
Tab.4 Average and standard deviation of legibility of
elderly participants to central position

字体类型	易读性
微软雅黑	3.837 (0.654)
华文黑体	3.520 (0.590)
宋刻本秀楷简体	3.452 (0.704)
楷体	2.486 (0.444)
屏显雅宋	3.527 (0.403)
博雅刊宋简体	2.493 (0.388)
颜宋	2.939 (0.365)

表 5 老年参与者对中宫的舒适度、方便性、
疲劳感评分平均值及标准差
Tab.5 Average and standard deviation of elderly
participants' scores of comfort, convenience and
fatigue in central position

字体类型	舒适度	方便性	疲劳感
微软雅黑	3.945 (0.704)	3.837 (0.727)	3.810 (0.739)
华文黑体	3.243 (0.760)	3.378 (0.758)	3.702 (0.701)
宋刻本秀楷简体	3.432 (0.834)	3.216 (0.750)	3.594 (0.831)
楷体	2.216 (0.672)	2.459 (0.767)	2.189 (0.569)
屏显雅宋	3.027 (0.763)	3.864 (0.630)	3.783 (0.672)
博雅刊宋简体	2.702 (0.701)	1.918 (0.721)	2.135 (0.419)
颜宋	3.324 (0.783)	2.837 (0.833)	2.540(0.649)

分最高, 楷体的评分最低。方便性主效应显著, $F(6, 216) = 36.196, P < 0.001, \eta^2 = 0.501$, 微软雅黑阅读最方便, 博雅刊宋简体最不方便。疲劳感主效应显著, $F(3.741, 134.690) = 63.598, P < 0.001, \eta^2 = 0.639$, 微软雅黑不易疲劳, 博雅刊宋简体最易疲劳。

表 6 分析发现, 阅读反应时主效应显著 $F(3.106, 111.822) = 2.696, P < 0.05, \eta^2 = 0.070$, 微软雅黑阅读时长最短, 博雅刊宋简体最长。

表 6 老年参与者对中宫大小的阅读时长平均值及标准差
Tab.6 Average reading duration and standard deviation of
elderly participants on the size of central position

字体类型	时长 (均值, 单位/mins)
微软雅黑	24 736.918 (12 351.273)
华文黑体	32 253.675 (18 469.121)
宋刻本秀楷简体	31 735.081 (19 015.529)
楷体	32 334.973 (19 196.452)
屏显雅宋	28 878.756 (16 140.153)
博雅刊宋简体	34 297.108 (18 447.553)
颜宋	30 932.729 (14 883.986)

2.4 汉字布白实验组

表 7 分析发现, 布白主效应显著, $F(3, 108) = 46.688, P < 0.001, \eta^2 = 0.565$, 俊黑准的评分最高, 俊黑粗最低。

表 7 老年参与者对布白的易读性平均值及标准差
Tab.7 Average and standard deviation of readability of
elderly participants to proportioned layout

字体类型	易读性
俊黑细	2.959 (0.375)
俊黑准	3.716 (0.553)
俊黑中	3.608 (0.494)
俊黑粗	2.790 (0.446)

表 8 分析发现, 舒适度主效应显著, $F(3, 108) = 36.461, P < 0.001, \eta^2 = 0.503$, 评分最高的是俊黑准, 最低的是俊黑粗。方便性主效应显著, $F(2.524, 90.864) = 11.412, P < 0.001, \eta^2 = 0.241$, 评分最高的是俊黑中, 最低的是俊黑粗。疲劳感主效应显著, $F(2.419, 87.069) = 11.412, P < 0.001, \eta^2 = 0.293$, 评分最高的是俊黑准, 最低的是俊黑细。

表 9 分析发现, 阅读时长主效应显著, $F(2.382, 85.769) = 3.436, P < 0.05, \eta^2 = 0.087$, 俊黑准阅读时长最短。

2.5 汉字重心实验组

表 10 分析发现, 重心对老年人主观易读性主效

应不显著 ($t=1.143$, $P=0.216$)。表 11 分析发现, 阅读时长 ($t=0.028$, $P=0.978$) 不显著。

表 8 老年参与者对布白的舒适度、方便性、疲劳感评分平均值及标准差
Tab.8 Average and standard deviation of scores of elderly participants on comfort, convenience and fatigue of proportioned layout

字体类型	舒适度	方便性	疲劳感
俊黑细	2.675 (0.783)	3.081 (0.982)	2.945 (0.848)
俊黑准	3.675 (0.626)	3.567 (0.800)	3.810 (0.569)
俊黑中	3.540 (0.730)	3.756 (0.596)	3.675 (0.579)
俊黑粗	2.324 (0.579)	2.756 (0.954)	3.054 (0.814)

表 9 老年参与者对布白的阅读时长平均值及标准差
Tab.9 Average reading duration and standard deviation of elderly participants on proportioned layout

字体类型	时长 (均值, 单位/min)
俊黑细	33 412.324 (20 788.895)
俊黑准	24 680.973 (10 478.743)
俊黑中	29 200.540 (12 800.905)
俊黑粗	29 814.054 (17 542.582)

表 10 老年参与者对重心的易读性平均值及标准差
Tab.10 Average and standard deviation of legibility of elderly participants to the barycenter

配对	字体类型	易读性	t	P
	俊黑准	3.716 (0.553)	1.143	0.216
	微软雅黑	3.873 (0.654)		

注: * 代表 $P<0.05$, ** 代表 $P<0.01$, *** $P<0.001$ 。

表 11 老年参与者对重心的阅读时长平均值及标准差
Tab.11 Average reading duration and standard deviation of elderly participants on the barycenter

配对	字体类型	阅读时长	t	P
	俊黑准	24 680.973 (10 478.743)	0.028	0.978
	微软雅黑	24 736.918 (12 351.274)		

注: * 代表 $P<0.05$, ** 代表 $P<0.01$, *** $P<0.001$ 。

3 讨论

3.1 汉字衬线对老年人的影响

实验结果表明, 汉字衬线对老年人阅读屏幕端的汉字有显著的影响。老年人阅读无衬线字体材料评分都较高, 评分较低的字体材料均带有衬线, 表明老年人更易接受屏幕端阅读无衬线字体。这一研究结果与前人研究结果一致, Bernard^[7]等、Tunis^[8]等, 无衬线字体有助于正向提高老年人的阅读感受。实验结果指

出老年人阅读舒适度皆倾向于无衬线字体, 这与已有研究中 Cai^[9]的结论较为一致, 无衬线字体在屏幕端阅读更舒适且不易感到疲劳。

老年人阅读衬线与无衬线字体的阅读时长结果表明, 虽阅读时长不显著, 但无衬线字体的阅读时长要低于衬线字体, 这说明老年人阅读无衬线字体获取信息时长更短, 这是因为汉字的衬线会加重老年人阅读的视觉疲劳^[10], 这一结果与 Gasser^[11]研究结论一致。

3.2 汉字中宫对老年人的影响

实验结果表明, 汉字的中宫大小对老年人阅读屏幕端的汉字有显著的影响。说明老年人对汉字的中宫大小较为敏感, 老年人阅读屏幕端汉字的方便性、舒适度、疲劳感的真实感受皆更为倾向中宫较大的汉字^[12]。同时发现, 阅读大中宫的汉字比小中宫的汉字花费更少的时间, 说明大中宫的字体老年人能较快获取信息。出现这样的结果与中宫有密切关系, 中宫的扩大, 字面就会显得大。也就是说, 在相同尺寸的屏幕内呈现相同字号的汉字, 中宫扩大, 字面就显大, 阅读起来越容易。

3.3 汉字布白对老年人的影响

实验结果表明, 汉字的布白对老年人阅读屏幕端汉字有显著的影响。笔形间架之间的空隙过多或者过少都会影响老年人的阅读。这里布白与字重有极为紧密的联系, 布白过少, 老年人视觉感受容易让笔画粘连; 布白过多, 老年人视觉感受会忽略掉笔画结构。同时老年人阅读不同布白汉字的阅读时长结果表明, 布白的大小对老年人阅读时长有明显的影响, 俊黑准的布白面积即笔画粗细老年人获取信息更快。

3.4 汉字重心对老年人的影响

实验结果表明, 汉字的重心对老年人阅读屏幕端汉字没有显著的影响。

4 符合老年人视知觉屏幕端易读性汉字字体设计策略

4.1 汉字字体设计要素匹配模型构建

针对老年人屏幕端阅读的汉字设计流程为战略层、范围层、框架层、表现层, 这四个层级功能自下而上逐级具体, 且每个层级都由上个层级的功能诉求决定。用户需求要素、功能规格要素的战略层和范围层属于宏观设计层, 版面肌理元素和汉字设计要素的框架层和表现层属于微观设计层, 见图 1。这是抽象到具体、概念到实现的设计过程。因此, 在老年人阅读屏幕端汉字设计要素中, 用户需求、功能规格、版面肌理及汉字设计的关系是由抽象到具体、由概念到实现, 最终表现形式为汉字数字化呈现的视觉要素。

通过对老年人视知觉识别过程和汉字设计的重要因素进行解析,发现老年人视知觉与屏幕端汉字字体设计之间的匹配关系,见图 2。其中箭头指向为老年人识别屏显汉字的流动方向,最终目标是有效、快速、舒服地的识别汉字并获取信息^[13]。笔形有衬线、中宫紧缩、布白不合适、重心不一致,以及版面肌理

中字行距不适当、短波颜色的使用、图底差距不明显,这些因素会导致老年人难以或不易获取屏幕端的信息。笔形无衬线、中宫较大、布白适宜、重心一致,以及版面布置的字行距适当、长波颜色使用、图底强烈对比,控制这些诸多因素会让老年人更易于、更快速识别获取屏幕中的信息。



图 1 屏幕端汉字设计要素与老年人用户体验要素的对应关系
Fig.1 Corresponding relationship between screen terminal Chinese character design elements and elderly user experience elements

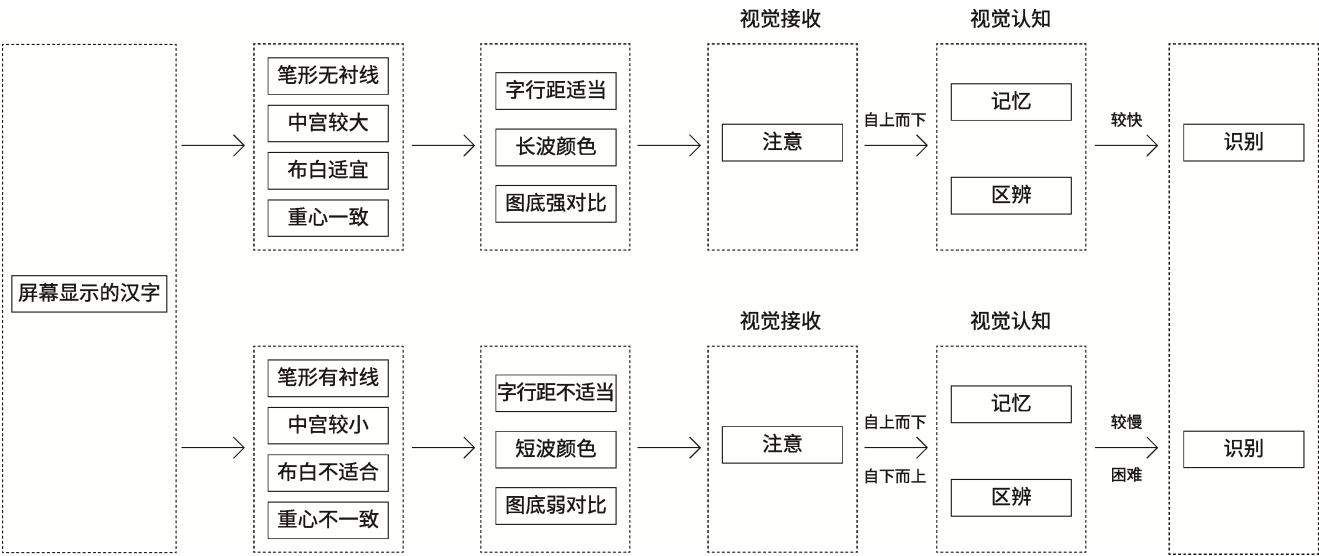


图 2 老年人视知觉与设计要素匹配模型
Fig.2 Matching model of visual perception and design elements for the elderly

5 屏幕端老年人易读性汉字字体设计实践

5.1 屏幕端老年人汉字字体笔形塑造

笔形塑造见图 3, 依据上文得出老年人视知觉特性,“点”类笔画塑造保持无弯曲且简练;“横”类笔画的塑造保持着无衬线;“提”类笔画塑造结构上都保持“直线”;“钩”没有明显的锐利角度而形成

圆润的弧度,弱化“钩”的形态;“竖”类笔画塑造保持垂直;“捺”类笔形形成一个圆润的弧度,减少装饰性的笔触;“撇”类形成一个圆润的弧度,以满足与其他笔形的适配度。这样可以减弱汉字收尾的笔触,以增加老年人阅读汉字的舒适性,并减少老年人视觉泛化。同时可以归纳汉字结构并让汉字结构得以舒展且呈现为简洁明了的视觉效果,以满足老年人视知觉需求。

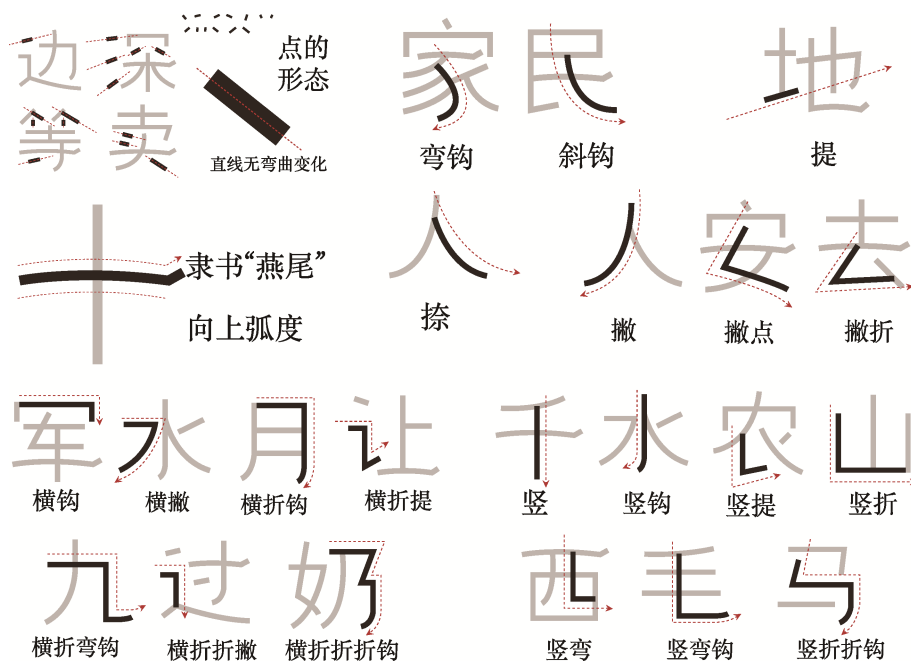


图 3 笔形塑造

Fig.3 Sculpture of stroke shape

5.2 屏幕端老年人汉字字体形态设定

汉字字体的骨骼以疏朗的无衬线黑体为基准，摒弃掉多余的装饰衬线，以及对汉字的部件进行归纳，让汉字更具有简洁清晰感，以此来增加老年人的阅读清晰度。在黑体的横平竖直结构上，还融入了隶书的灵感和妍妙感，打破了黑体的机械感和呆滞感，让字体更具有古朴的韵味，来增加老年人获取汉字的易读性，同时也增加传统文化感受。然而因为以老年人视知觉对无衬线的适配为基准，所以在笔形塑造和结构上始终保持黑体的无衬线和疏朗，并注重汉字的穿插呼应和均匀稳定，见图 4。

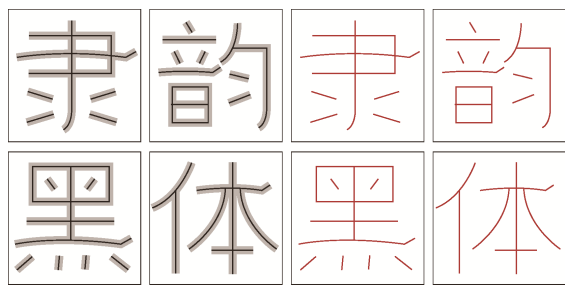


图 4 字体骨骼

Fig.4 Font bones

上文对汉字的中宫进行了实验分析，老年人更加倾向于中宫较大的汉字，中宫设定越大，字面的视觉效果越疏朗和清晰。中宫的设置采用谢培元提出的建议，将第二中心线内距部分设定为中宫，即组成汉字的每个部件都设定中心线^[14]，而不是书法理论中用纵横方向线条分割成 9 个方格最中间的一格。这种办法使扩大或缩小汉字的中宫变得容易且明

确，见图 5，将汉字的中宫设定较为开阔，这样字面显示越大，视觉效果越清晰。

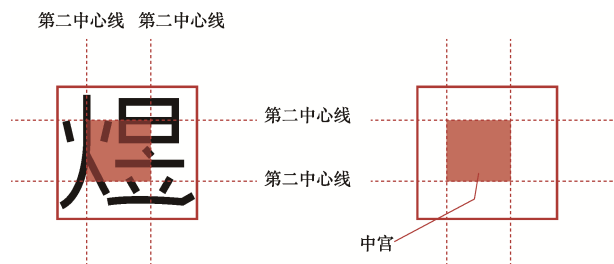


图 5 中宫设置

Fig.5 Setting of central position

汉字的宽高比例按照接近于 1 : 1，见图 6，汉字“道”的宽度 a 和高度 b 非常相近，这样汉字呈现的视觉效果显示方正、端庄、平稳。

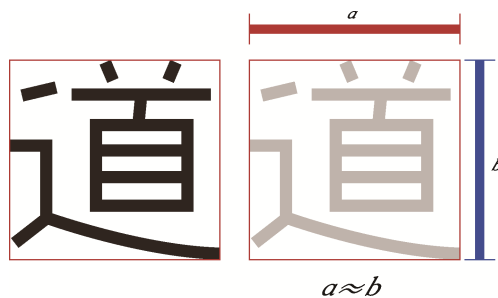


图 6 字体宽高比例

Fig.6 Font width height ratio

汉字的重心高低在上文得出并不对老年人阅读造成影响，所以重心的设定布置在汉字的几何中心^[15]。重心第一个重要的功能是控制单字的重心平稳，汉字

“栗”由上下两个部分组成,且上下两个部分的重心应保持在统一垂直轴线上,这样字就平稳安定。重心并不单单是控制单字的平稳,更是控制成排文字的顺畅阅读,如图 7 所示,汉字“穿”“过”“铁”“道”四个字的重心设定到同一水平线上,这样老年人阅读可以达到文字的流畅、快速的阅读。见图 7。

单字重心平稳

排版重心平稳

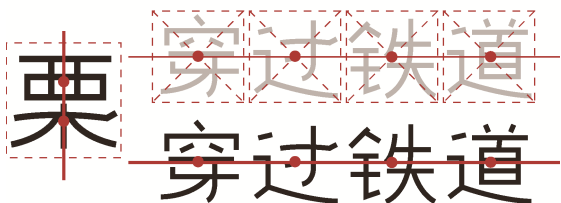


图 7 字体重心设定
Fig.7 Setting of font barycenter

5.3 屏幕端老年人汉字字体灰度调整

汉字由诸多的笔画按照一定的规律组合在一起,有的汉字笔画数量多,有的汉字笔画数量少,笔画多汉字视觉上显得黑,笔画少汉字视觉上显得白。因此,在适老化汉字结体的时候关注墨色是否均匀,具体有以下几类。第一,汉字“戴”笔画较多,其中的部件“田”“面”为包围结构,如若外部与内部粗细一致,势必导致墨色过重,见图 8;第二,汉字“本”相较于汉字“攀”的笔画数量少,“本”的笔形应然设定较粗,而“攀”的笔形设定较细,见图 9;第三,汉字“事”诸多的横竖笔画,为了让“事”字立得稳、站得住,在笔形粗细上的处理是把主要竖笔画加粗,横向的副笔画减细,以达到汉字的平稳、安定,视觉的舒适和协调,见图 10;第四,汉字“攀”的笔画数量较多,交叉的部位也较为繁复,图的左边的“攀”字是本次设计最开始按照统一粗细的笔形结体,交叉处势必极为厚重且识别度不高,见图 11。调整后,让交叉处减细,可以看到“攀”字的上面“木”识别度增强,“攀”字上面部件中间的两个交叉同样相应减细,视觉效果会变得疏朗。因此,在设计适老化汉字结体时要根据汉字笔画的数量而变化,这样汉字的结构才墨色均匀、视觉协调。

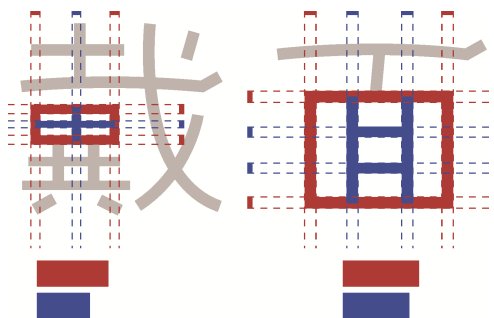


图 8 外粗内细
Fig.8 Outer thick and inner thin

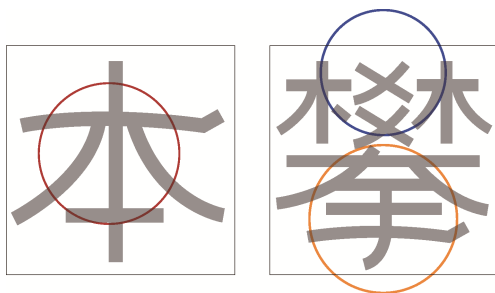


图 9 疏粗密细
Fig.9 Sparse and dense

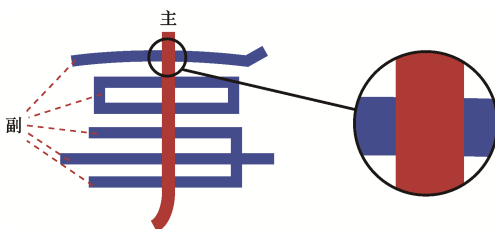


图 10 主粗副细
Fig.10 Primary coarse and secondary fine

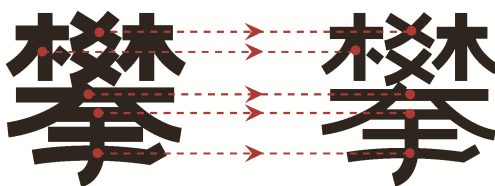


图 11 交叉减细
Fig.11 Cross thinning

5.4 屏幕端老年人汉字字体布白空间

上文用俊黑同家族不同粗细的字样对老年人进行实验,分析得到老年人更加倾向俊黑准的笔画粗细。因为同家族字体的不同字重,其空间布白是不一样的,字黑越重布白越小,字黑越轻布白越大,合适的字黑和布白可以提高适老化汉字的易读性(见图 12),所以适老化汉字的空间布置力求布白匀称,匀称并不是绝对的均等,汉字只有极少数的独体字是相对来说比较均等的空间布白,如“日”“田”等,极大部分的字都是各种部件组合在一起。

对于独体字,有的布白空间相对来说均等,有的也并不一致。本次设计在确定好汉字笔画粗细的基础上,汉字独体字严格按照布白匀称的设计方式,汉字“田”的结构是上下左右皆是对称,其内部的白空间视觉上处于协调平衡,见图 13。汉字“天”上面两个白空间和下面的两个白空间面积肉眼可见不是均等的关系,但是上面的白空间应该左右大致均等,下面的两个白空间应该大致均等。汉字“用”上面的四个白空间应该大小一致,而“用”字下部结构由于笔形的变化,所以需保持布白的视觉平衡。

汉字大多数是各种部件组合在一起的合体字,合体字的空间布白应该按照汉字的各个部件协调相应

的布白平衡。首先,相似部件布白匀称(见图 14),汉字“赢”的上面由“亡”“口”两个部件组成,这两个部件中间的白空间面积应该近似统一;其次,不同部件布白匀称,汉字“赢”下面的部件由“月”“贝”“凡”组成,这三个不同的部件内部的白空间面积应该分别在各自部件中保持面积平衡;最后,部件与部件之间的间隙布白空间保持面积平衡,这样由每个部件组成的一个合体字空间协调、布白匀称。

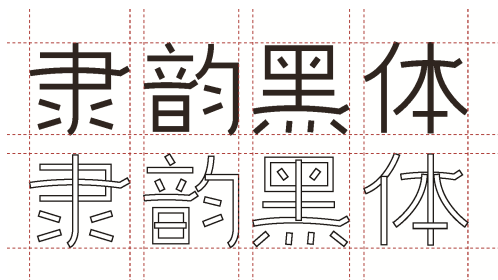


图 12 笔画粗细设定

Fig.12 Stroke thickness setting

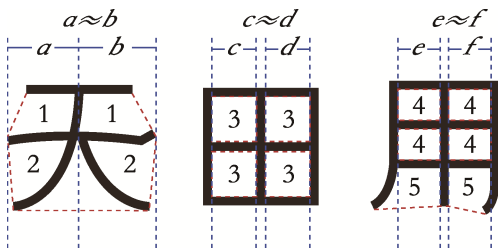


图 13 独体字空间布白排布

Fig.13 Single character proportioned layout

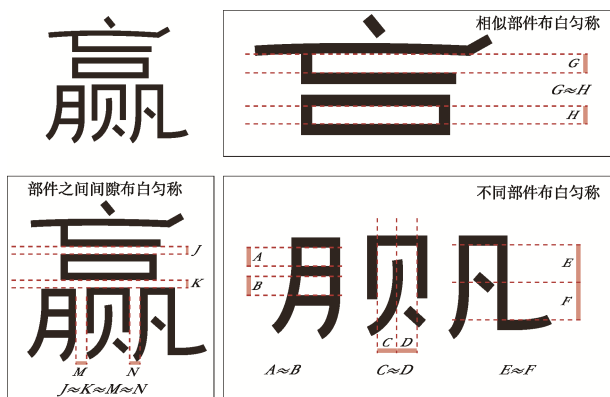


图 14 合体字空间布白排布

Fig.14 Proportioned layout of combination character

本次的设计实践在无衬线的黑体中融入隶书的燕尾,因此此款字体名字取为“适老隶韵黑体”,下面将展示使用隶韵黑体进行字体的排版展示和应用展示,见图 15~16。

6 屏幕端汉字字体设计实践易读性测试

老年参与者对本次设计实践的字体“隶韵黑体”和“微软雅黑”所有评分数据的统计结果,见表

12;老年人参与者对微软雅黑和本次设计实践的字体隶韵黑体组成评分的各项指标统计结果,见表 13。可以发现从评分看两者都得到了老年人的接受,隶韵

适老
隶韵
黑体

望时显那青肯胖穿
轻抱样边布让自过
脑红子面褂我然铁
股往胖两探看要道
放朱泪脚身黑费须
皮先很再走到布我跳
扑橘流向走穿本下
土将拭上容马来去
松泥怕缩用大要又
头赶外左就深事走

我看那边月台的栅栏外有几个卖东西的等着顾客走到那边月台须穿过铁道须

我月过看铁那缩
穿跳要然自黑探
卖等道快地显努
本黑脚道红见走
胖身赶走信衣泥
我看那边月台的栅栏外有几个卖东西的等着顾客走到那边月台须穿过铁道须跳去又幸是个胖走过去自然费要些本来要他不肯好只让他看见他赶黑布穿黑布大褂深青布棉袍蹒跚地到铁尚不大难探努力的样子微微倾身时向缩拭干泪流来很将道车股来轻信进再

图 15 字体排版效果

Fig.15 Font typesetting effect

一	茶	饭	草	木	领	生	情	这
我	们	都	略	趣	举	就	是	芝
能	尝	到	动	感	温	术	活	,
其	真	味	暖	的	人	;	。	

温暖的人生

我们都能领略其真趣

一茶一饭,我们都能尝到其真味;一草一木,我们都能领略其真趣;一举一动,我们都能感到其温暖的人生的情味。这就是艺术的生活。

一茶一饭,我们都能尝到其真味;一草一木,我们都能领略其真趣;一举一动,我们都能感到其温暖的人生的情味。这就是艺术的生活。

“一茶一饭,我们都能尝到其真味;一草一木,我们都能领略其真趣;一举一动,我们都能感到其温暖的人生的情味。这就是艺术的生活。”这是艺术的生活。

温暖的人生
我们都能领略其真趣

图 16 字体排版效果
Fig.16 Font typesetting effect

表 12 老年参与者易读性总评分均值
Tab.12 Average of total legibility score
of elderly participants

字体类型	平均值
微软雅黑	3.854
隶韵黑体	3.833

表 13 老年参与者评分均值
Tab.13 Average score of elderly participants

主观体验	字体类型	平均值
舒适度	微软雅黑	3.833
	隶韵黑体	3.833
方便性	微软雅黑	4.083
	隶韵黑体	3.75
疲劳感	微软雅黑	3.666
	隶韵黑体	3.916
总体验	微软雅黑	3.833
	隶韵黑体	3.833

黑体略低于微软雅黑，但从表 13 可以看到疲劳感中隶韵黑体高于微软雅黑，说明隶韵黑体老年人阅读起来相对不疲劳，舒适度和总体验评分也相同，方便性隶韵黑体还可以再改进。总的来说，基于视知觉理论的屏幕端老年人易读性汉字字体设计方法能够被接受。

7 结语

老年人阅读屏显汉字是一个注意、记忆、区辨等复杂的过程，通过视知觉理论、问卷、实验，明确了老年人易读性汉字字体的设计方向，即汉字的笔形应采用无装饰衬线和放大汉字的中宫，并做到字体的黑白关系均匀和字重布置适宜。

参考文献：

[1] 中国发展研究基金会.《中国发展报告 2020:中国人口老龄化的发展趋势和政策》[EB/OL]. (2020-06-11) [2020-08-01]. <https://www.cdrf.org.cn/jjhdt/5450.jhtml>. China Development Research Foundation. China Development Report 2020: Development Trends and Policies of China's Aging Population[EB/OL]. (2020-06-11) [2020-08-01]. <https://www.cdrf.org.cn/jjhdt/5450.jhtml>.

[2] 王贤. 基于视觉特性的老年人智能电视数字界面设计研究[D]. 无锡: 江南大学, 2019.
WANG Xian. Research on Digital Interface Design of Smart TV for the Elderly Based on Visual Characteristics[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2019.

[3] 刘昌, 李德明. 工作记忆在心算加工老化过程中的作用[J]. 中国科学院研究生院学报, 2000, 17(1): 80-85.

LIU Chang, LI De-ming. The Role of Working Memory in Age Differences in Mental Arithmetic[J]. Journal of the Graduate School Academia Sinica, 2000, 17(1): 80-85.

[4] 胡志远. 基于认知心理学的老年智能电视界面交互设计研究[D]. 济南: 山东大学, 2019.
HU Zhi-yuan. Research on Interactive Design of Smart Tv Interface for the Elderly Based on Cognitive Psychology[D]. Jinan: Shandong University, 2019.

[5] 余漾, 王羽, 郝俊红, 等. 老年人色觉环境实验预研究与应用需求报告[J]. 住区, 2016(5): 73-81.
YU Yang, WANG Yu, HAO Jun-hong, et al. Report on the Pilot Research and Application Demand of Elders' Response to Environmental Color[J]. Design Community, 2016(5): 73-81.

[6] 程海斌. 字体大小和行距对城市低龄老年人阅读报纸材料影响的眼动研究[D]. 天津: 天津师范大学, 2015.
CHENG Hai-yu. Eye Movement Study on the Influence of Font Size and Line Spacing on Reading Newspaper Materials by Urban Young Peo-Ple[D]. Tianjin: Tianjin Normal University, 2015.

[7] BERNARD M, LIAO C H, MILLS M. The Effects of Font Type and Size on the Legibility and Reading Time of Online Text by Older Adults[C]// CHI EA '01: CHI'01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Seattle, Washington. New York: ACM, 2001: 175-176.

[8] TULLIS T S, BOYNTON J L, HERSH H. Readability of Fonts in the Windows Environment[C]// CHI '95: Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. Denver, Colorado, USA. New York: ACM, 1995: 127-128.

[9] CAI Deng-chuan, CHI Chia-Fen, MANLAI Y. A Study on Applying Image Descriptors to the Legibility Assessment in Chinese Characters[J]. Ergonomics, 2015 (10): 066.

[10] 王敬欣, 徐倩倩, 郝立莎, 等. 汉字间空格大小对青年人和老年人阅读的影响: 眼动研究[J]. 心理科学, 2020, 43(1): 68-74.
WANG Jing-xin, XU Qian-qian, HAO Li-sha, et al. Effects of Inter-Character Spacing on the Reading of Chinese Young and Older Adults: An Eye Movement Study[J]. Journal of Psychological Science, 2020, 43(1): 68-74.

[11] GASSER M, HAFFEMAN J B M, TAN R. The Influence of Font Type on Information Recall[J]. North American Journal of Psychology, 2005(2): 181.

[12] 陈嵘. 互联网时代的设计——以移动终端社交类 App 中的新字体设计为例[J]. 美术观察, 2016(10): 16-17.
CHEN Rong. Design in the Internet Age—Taking New Font Design in Social App of Mobile Terminal as an Example[J]. Art Observation, 2016(10): 16-17.

[13] 毛舒, 肖龙. 针对老年用户群体的微信视觉改善设计

- 研究[J]. 包装工程, 2020, 41(4): 177-181.
- MAO Shu, XIAO Long. Improved Design of WeChat Vision Especially for the Elderly User Group[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(4): 177-181.
- [14] 杨志. 针对老年人的文字、色彩及版式设计研究述评[J]. 装饰, 2012(5): 86-87.
- YANG Zhi. Research Summary on Character, Color and Layout Design for the Elders[J]. Art & Design, 2012(5): 86-87.
- [15] 王静艳, 朱史霞. 汉字字体设计的重心概念辨析[J]. 包装工程, 2018, 39(24): 39-42.
- WANG Jing-yan, ZHU Shi-xia. Barycenter Concept of Chinese Typeface Design[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(24): 39-42.
- 责任编辑: 陈作

(上接第 366 页)

- [17] 华显立, 许贵阳. 数字图像中值滤波技术研究[J]. 电子设计工程, 2014, 22(11): 191-193.
- HUA Xian-li, XU Gui-yang. Study on Digital Image Median Filtering Technique[J]. Electronic Design Engineering, 2014, 22(11): 191-193.
- [18] JEON J, LEE H, KANG H, et al. Scale-Aware Structure-Preserving Texture Filtering[J]. Computer Graphics Forum, 2016, 35(7): 77-86.
- [19] 吴广建, 章剑林, 袁丁. 基于 K-means 的手肘法自动获取 K 值方法研究[J]. 软件, 2019, 40(5): 167-170.
- WU Guang-jian, ZHANG Jian-lin, YUAN Ding. Automatically Obtaining K Value Based on K-Means Elbow Method[J]. Computer Engineering & Software, 2019, 40(5): 167-170.
- [20] 李俞霏, 梁惠娥, 沈天琦. 基于 HSV 颜色模型的明清衍圣公赐服色彩研究[J]. 丝绸, 2019, 56(3): 30-37.
- LI Yu-fei, LIANG Hui-e, SHEN Tian-qi. A Study of Colors of Court Robes of the Eldest Direct Descendants of Confucius in the Ming and Qing Dynasty Based on HSV Color Model[J]. Journal of Silk, 2019, 56(3): 30-37.
- 责任编辑: 马梦瑶

(上接第 387 页)

- [30] 吕会华. 中国手语语言学[M]. 北京: 知识产权出版社, 2019: 50-53.
- LYU Hui-hua. Chinese Sign Language Linguistics[M]. Beijing: Intellectual Property Publishing House, 2019: 50-53.
- [31] 覃京燕. 文化遗产保护中的信息可视化设计方法研究[D]. 北京: 清华大学, 2006: 203.
- QIN Jing-yan. Research on the Design Methods of Digital Cultural Heritage Based on Information Visualization[D]. Beijing: Tsinghua University, 2006: 203.
- [32] 朱永明. 视觉传达设计中的图形、符号与语言[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计版), 2004(1): 58-62.
- ZHU Yong-ming. Graphics, Signs and Words in the Design of Visual Transmission[J]. Journal of Nanjing Arts Institute Fine Arts & Design, 2004(1): 58-62.
- [33] 陈少毅. 从聋到龙: 聋人生活必读[M]. 北京: 华夏出版社, 2009.
- CHEN Shao-yi. How Deaf People to Be Brilliant[M]. Beijing: Huaxia Publishing House, 2009.
- 责任编辑: 马梦瑶